



中华人民共和国国家标准

GB 15760—XXXX

代替GB 15760-2004、GB 16454-2008、GB 18568-2001、GB 22997-2008等

金属切削机床 安全防护通用技术条件

Metal cutting machine tools - General safeguarding specification

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言.....	III
引言.....	V
1 范围.....	6
2 规范性引用文件.....	6
3 术语和定义.....	7
4 机床分类和安全操作模式.....	9
4.1 机床分类.....	9
4.2 机床安全操作模式.....	9
4.3 机床类别和安全操作模式的配置.....	10
5 机床的危险.....	10
5.1 机床风险评估.....	10
5.2 机床危险分析.....	11
5.3 机床存在的主要危险.....	11
6 安全要求和措施与评定方法.....	15
6.1 一般要求.....	15
6.2 机床结构.....	16
6.3 电气系统.....	21
6.4 控制系统.....	22
6.5 安全防护装置.....	26
6.6 安全标志和安全色.....	28
6.7 异常温度.....	28
6.8 噪声.....	29
6.9 振动.....	30
6.10 辐射.....	30
6.11 物质和材料.....	30
6.12 人类工效学.....	32
6.13 照明.....	34
6.14 装配错误.....	34
6.15 液压系统.....	34
6.16 气动系统.....	35
6.17 润滑系统.....	35
6.18 切削冷却系统.....	35
6.19 机床安全操作.....	35
6.20 测量、调整、清理和维护.....	38
6.21 包装、储运.....	38
7 使用信息.....	39

7.1	一般要求	39
7.2	安全说明	39
7.3	警告信息	40
8	责任	40
8.1	制造者	40
8.2	使用者	40
附录 A (资料性)	典型机床冲击能量的计算	41
A.1	车削机床	41
A.2	铣削机床	41
A.3	磨削机床	42
参考文献		44

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的原则起草。

本文件代替GB 15760-2004《金属切削机床 安全防护通用技术条件》、GB 16454-2008《金属锯床 安全防护通用技术条件》、GB 18568-2001《加工中心 安全防护技术条件》、GB 22997-2008《机床安全 小规格数控车床与车削中心》、GB 22998-2008《机床安全 大规格数控车床与车削中心》、GB 24384-2009《外圆磨床 安全防护技术条件》、GB 24385-2009《卧轴矩台平面磨床 安全防护技术条件》、GB 24386-2009《磨齿机 安全防护技术条件》，与上述标准相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了规范性引用文件（见第2章，2004版的第2章）；
- 术语增加了“伤害”、“安全防护装置”、“安全操作模式”，“安全装置”更改为“保护装置”（见第3章，2004版第3章）；
- 增加了“机床分类和安全操作模式”一章（见第4章）；
- 更改了“机床主要危险一览表”内容（见表4，2004版的表1）；
- 增加了“各类机床基本安全要求”（见6.1.4）；
- 更改了“机床稳定性”内容，增加“包括地脚螺栓、运动限制……机床制造商应明确规定使用的螺栓和地基要求”（见6.2.1，2004版5.2.1）；
- 更改了“外形”内容，增加“粗糙面、凸出部分和开口。钣金边缘应去除毛刺、折边或倒角。对导致陷入的开口，应封闭或覆盖”（见6.2.2，2004版5.2.2）；
- 更改了“夹持装置”，“手动夹持装置”增加了“可采取联锁防护或采用自动弹出钥匙。调整行程或可调增量移动不应超过4mm，夹紧移动速度不应超过4mm/s”，“机动夹持装置”更改为“动力夹持装置”并增加了6.2.4.3 d)、e)、f)要求，增加了6.2.4.4“磁性夹持装置”（见6.2.4，2004版5.2.4）；
- 更改了“自动上、下料装置”内容，增加了“采用机器人装载/卸载时……应防止工件被甩出的危险”（见6.2.6，2004版5.2.6）
- 更改了“刀库、换刀装置”内容，分别对“刀库”和“换刀装置”进行了规定（见6.2.7，2004版5.2.7）；
- 更改了“排屑装置”内容，增加了6.2.8的a)至e)要求（见6.2.8，2004版5.2.8）；
- 更改了“工作平台、通道、开口”内容，分别对工作平台、通道、开口进行了规定（见6.2.9，2004版5.2.9）；
- 增加了“地坑”要求（见6.2.10）；
- 更改了“触电”内容，增加6.3.1的d)、e)、f)要求（见6.3.1，2004版5.3.1）；
- 更改了“电磁兼容”内容，分别对“抗扰性”、“辐射”进行了规定（见6.3.6，2004版5.3.6）；
- 更改了“控制系统的有关安全部的功能和类别表”，“类别”更改为“性能水平 PLr”（见表5，2004版的表2）；
- 更改了“停止”内容，增加了6.4.5的c)要求（见6.4.5，2004版见5.4.5）；
- 更改了“紧急停止”内容，增加了6.4.6.2的e)要求（见6.4.6，2004版5.4.6）；
- 更改了“模式选择”内容，增加了“操作模式的选择操作应使用钥匙……模式选择中不应引起危险”（见6.4.7，2004版5.4.7）；
- 增加了“能量隔离和耗散”要求（见6.4.11）；

- 更改了“安全防护装置”，增加了 6.5.1.1 的 e) 要求，增加了 6.5.1.2 “安全防护装置所使用材料的性能要求”、6.5.1.3 “典型机床冲击能量的计算”、6.5.1.4 “实测冲击能量应大于计算冲击能量”、6.5.1.5 “冲击后，防护装置或材料损坏情况的评定”要求（见 6.5.1，2004 版的 5.5）；
- 增加了“双手操纵装置”、“电敏装置”要求（见 6.5.3.3、6.5.3.5）；
- 更改了“噪声”内容，6.8.2 表中“ $\leq 10\text{t}$ 普通机床噪声值 85 dB (A)、数控机床噪声值 83dB (A)， $\geq 30\text{t}$ 机床噪声值 90dB (A)”更改为“ $\leq 10\text{t}$ 普通机床噪声值 83dB (A)、数控机床噪声值 81dB (A)、 $\geq 30\text{t}$ 机床噪声值 88dB (A)”，并增加了 6.8.1 的 a) 至 h)、6.8.4 和 6.8.5 要求（见 6.8，2004 版的 5.8）；
- 增加了“机械辐射”要求（见 6.10.2）；
- 更改了“有害物质”内容，更改了“液体”、“气体、烟雾、油雾”、“粉尘”、“火灾和爆炸”、“生物和微生物”的内容（见 6.11.2，2004 版 5.11.2）；
- 更改了“切削冷却系统”内容，增加了 6.18 的 d)、e) 要求（见 6.18，2004 版 5.18）；
- 增加了“机床安全操作”要求（见 6.19）；
- 更改了“运输”内容，增加了 6.21.3 的 f) 要求（见 6.21.3，2004 版 5.21.3）；
- 更改了“使用信息”内容，增加了 7.1.6 的 e) 至 j) 要求（见第 7 章，2004 版第 6 章）；
- 增加了附录 A（资料性附录）“典型机床冲击能量计算”（见附录 A）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由工业和信息化部提出并归口。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

- 1995年首次发布为GB 15760-1995、2004年为第一次修订；
- 2008年首次发布为GB 16454-2008；
- 2001年首次发布为GB 18568-2001；
- 2009年首次发布为GB 22997-2008；
- 2009年首次发布为GB 22998-2008；
- 2009年首次发布为GB 24384-2009；
- 2009年首次发布为GB 24385-2009；
- 2009年首次发布为GB 24386-2009。

引 言

根据GB/T 15706-2012的分类,本文件属于C类安全标准。

机床安全标准对保证安全生产和财产安全,以及人身安全和健康发挥了重要作用,所以本文件与下列与机床安全相关的各利益方有关:

- 机床制造商;
- 安全和健康机构(如监管机构、市场监督机构、事故预防机构等)。

其他受机床安全水平影响的利益方有:

- 机床使用人员;
- 机床所有者;
- 机床服务人员;
- 消费者(机床预定由消费者使用时)。

上述利益相关方均可参与本文件的起草。

当本文件与A类或B类安全标准中规定的要求不同时,对于已按本文件设计和制造的机床,本文件的要求优先于其他标准中的要求。

根据强制性标准清理整顿结论,GB 15760-2004《金属切削机床 安全防护通用技术条件》、GB 16454-2008《金属锯床 安全防护通用技术条件》、GB 18568-2001《加工中心 安全防护技术条件》、GB 22997-2008《机床安全 小规格数控车床与车削中心》、GB 22998-2008《机床安全 大规格数控车床与车削中心》、GB 24384-2009《外圆磨床 安全防护技术条件》、GB 24385-2009《卧轴矩台平面磨床 安全防护技术条件》、GB 24386-2009《磨齿机 安全防护技术条件》八个强制性机床安全标准整合修订为一个强制性机床安全标准《金属切削机床 安全防护通用技术条件》。

GB 15760《金属切削机床 安全防护通用技术条件》作为通用机床安全标准在国内、外具有很高的知名度和影响力,从2006年至今,一直用于开展国内、外机床产品安全认定等工作,为此,整合修订的强制性机床安全标准,将以GB 15760为主体,整合其他机床安全标准共性内容进行修订。

GB 15760《金属切削机床 安全防护通用技术条件》强制性机床安全标准规定了金属切削机床及其附件,针对存在的主要危险所采取的基本安全防护技术要求和措施,为便于贯彻实施,还给出了相应的评定方法。该强制性机床安全标准对于阻挡不安全的机床产品进入市场将发挥重要的作用。

金属切削机床 安全防护通用技术条件

1 范围

本文件规定了针对金属切削机床和机床附件存在的主要危险采取的基本安全防护技术要求和措施以及评定方法。

本文件适用于所有金属切削机床和机床附件。

注：在不引起混淆的情况下，本文件的“金属切削机床”简称为“机床”。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191	包装储运图示标志
GB/T 1251（所有部分）	人类工效学 公共场所和工作区域的险情信号 险情听觉信号
GB/T 2893（所有部分）	图形符号 安全色和安全标志
GB/T 3167	金属切削机床 操作指示符号
GB/T 3168	数字控制机床 操作指示形象化符号
GB/T 5226.1-2019	机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
GB/T 6576	机床润滑系统
GB 7247.1	激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求
GB/T 7247.4	激光产品的安全 第4部分：激光防护屏
GB/T 7247.5	激光产品的安全 第5部分：生产者关于GB 7247.1的检查清单
GB/T 7247.14	激光产品的安全 第14部分：用户指南
GB/T 7932-2017	气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
GB/T 8196	机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
GB/T 9969	工业产品使用说明书 总则
GB 11291.2	机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成
GB/T 12265	机械安全 防止人体部位挤压的最小间距
GB/T 13379	视觉工效学原则 室内工作场所照明
GB/T 14775	操纵器一般人类工效学要求
GB/T 14776	人类工效学 工作岗位尺寸 设计原则及其数值
GB/T 15241.2	与心理负荷相关的工效学原则 第2部分：设计原则
GB/T 15706-2012	机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
GB/T 16251	工作系统设计的人类工效学原则
GB/T 16754	机械安全 急停功能 设计原则
GB/T 16855.1-2018	机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则
GB/T 16855.2	机械安全 控制系统安全相关部件 第2部分：确认

GB/T 16856	机械安全 风险评估 实施指南和方法举例
GB/T 17161	机床 控制装置的操作方向
GB/T 17421.5	机床检验通则 第5部分：噪声发射的确定
GB/T 17454（所有部分）	机械安全 压敏保护装置
GB/T 17888（所有部分）	机械安全 接近机械的固定设施
GB/T 17799.2	电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验
GB/T 17799.4	电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射标准
GB/T 18153	机械安全 可接触表面温度 确定热表面温度限值的工效学数据
GB 18209.2	机械电气安全 指示、标志和操作 第2部分：标志要求
GB 18209.3-2010	机械电气安全 指示、标志和操作 第3部分：操动器的位置和操作的要求
GB/T 18569（所有部分）	机械安全 减小由机械排放的有害物质对健康的风险
GB/T 18717（所有部分）	用于机械安全的人类工效学设计
GB/T 18831	机械安全 与防护装置相关的联锁装置 设计和选择原则
GB/T 19436（所有部分）	机械电气安全 电敏保护设备
GB/T 19670-2005	机械安全 防止意外启动
GB/T 19671-2005	机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则
GB/T 23572	金属切削机床 液压系统通用技术条件
GB/T 23573	金属切削机床 粉尘浓度的测量方法
GB/T 23574	金属切削机床 油雾浓度的测量方法
GB/T 23819	机械安全 防火与消防
GB 23821-2009	机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离
GB/T 26118（所有部分）	机械安全 机械辐射产生的风险的评价与减小 第1部分：通则
GB/T 28780	机械安全 机器的整体照明
GB/T 32812	金属加工液 有害物质的限量要求和测定方法
GB/T 36954	机械安全 人类工效学原则在风险评估与风险减小中的应用
GB/T 40806	机床发射空气传播噪声 金属切削机床的操作条件
JB/T 5062	信息显示装置 人机工程一般要求
JB/T 8356	机床包装 技术条件

3 术语和定义

GB/T 15706-2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机床的安全 safety of machine tools

机床在按说明书规定的预定使用条件下（或给定期限内），执行其功能和在运输、安装、调整、维修、拆卸和处理时不对人员产生损伤或危害健康及设备损坏的情况。

注：预定使用指根据制造者提供的信息对机床合理使用。预定使用要与说明书中的说明相一致，并且要适当考虑可预见的误用。

3.2

伤害 harm

对健康产生的生理上损伤或危害。

[来源：GB/T 15706-2012，3.5]

3.3

机床危险 machine tools danger

机床在静止或运转时，可能使人员损伤或危害健康及设备损坏的情况。

3.4

风险 risk

伤害发生的概率与伤害严重程度的组合。

[来源：GB/T 15706-2012，3.12]

3.5

机床危险部位（区） machine tools danger zone

机床静止或运转时，可能使人员受到伤害、设备损坏的区域。

3.6

加工区 machining area

机床上刀具切削工件经过的区域。

3.7

工作区 working area

可能出现在工作过程的区域，包括机床运动部件所需的位置、上下料所需的位置，以及操作、调整和维护机床所需的位置。

3.8

安全防护装置 safeguard

防护装置或保护装置。

[来源：GB/T 15706-2012，3.26]

3.9

防护装置 guard

设计为机器的组成部分，用于提供保护的物理屏障。

注1：防护装置可以：

——单独使用，对于活动式防护装置，只有“闭合”是才有效；对于固定式防护装置，只有处于“牢固的固定就位”时才有效；

——与带或不带防护锁定的联锁装置联合使用，在这种情况下，无论防护装置处于什么位置都能起到防护作用。

注2：根据防护装置结构，可称为外壳、护罩、盖、屏、门和封闭式防护装置。

注3：防护装置的术语3.27.1~3.27.6中定义，防护装置的类型及其要求也可见6.3.3.2和GB/T 8196。

[来源：GB/T 15706-2012，3.27]

3.10

保护装置 safety device

防护装置以外的安全防护装置。

注：3.28.1~3.28.9给出的保护装置示例。

[来源：GB/T 15706-2012，3.28]

3.11

安全操作模式 mode of safe operation

MS0

在预定安全措施下，提供定义机床功能数量的操作模式。

注：安全操作模式不是一项功能。安全操作模式下的功能只有在激活特定的安全操作模式才能使用。

[来源：ISO 16090-1:2017，3.4]

3.12

使用信息 information for use

由信息载体（文本、文字、标记、信号、符号、图表）组成的保护措施，可单独使用或组合使用这些载体向使用者传递信息。

[来源：GB/T 15706-2012，3.22]

3.13**操作者 operator**

对机床进行安装、使用、调整、维护、清理、修理或运输的人员。

4 机床分类和安全操作模式**4.1 机床分类**

根据应用和相关危险，机床可分为4类，见表1。

表 1 ——机床类型及说明

类型	名称	说明
1类	手动机床	由手轮控制轴运动，或由机械、电气或其他动力控制单轴运动，但无法执行程序的多轴运动机床。
2类	具有有限数控功能的手动机床	如同 1 类机床，由机械或电子手轮对机床进行操作，或在有限的数控功能的 NC 面板上对机床进行操作。 不具备自动程序起动、自动换刀、无限速轴向运动；（轴线的无限速快进）、自动工件更换或棒料进给系统。
3类	数控机床和加工中心	能够执行程序的多轴运动数控机床。
4类	组合机床和自动线、单轴和多轴自动机床	通过预先确定的加工操作顺序和工艺参数，仅用于加工预先指定的工件或系列工件的机床。

4.2 机床安全操作模式

4.2.1 根据应用，机床安全操作模式可分为 5 种，见表 2。

4.2.2 手动选择机床安全运行模式的设施，只有授权人员才可访问。

4.2.3 应限制被授权人员人数，防止选择设施意外启动或被滥用启动。

4.2.4 应采用激活方式激活选择设施选定的安全操作模式。

表 2 ——机床安全操作模式分类


安全操作模式	代号	符号	说明
手动模式	MS0 0		不使用预先编制的程序（即非自动操作）对加工过程进行控制的方式

表 2（续）

安全操作模式	代号	符号	说明
自动模式	MSO 1		自动、程序、顺次操作具有手动或自动装载/卸载工件和刀具设施的机床、直至通过程序或由操作者停止机床的方式。
调整模式	MSO 2		操作者为后续的加工过程顺利完成所进行调整和准备的方式，可能会打开防护装置和或暂停保护装置。
具有手动干预的自动模式	MSO 3		加工过程中可人工干预及允许操作者在限制自动模式（单独连续步骤的固定顺序）下起动机床的操作模式。在程序自动运行过程中可以由程序或操作者打开活动防护装置接近工作区域。
服务模式	MSO S		在防护装置打开和/或保护装置暂停下，用于服务和维修的工作方式。在服务模式中，不允许加工工件。

4.3 机床类别和安全操作模式的配置

4.3.1 机床类别和安全操作模式的配置要求见表 3。

表 3 ——机床类别和安全操作模式的配置

安全操作模式	机床类别			
	1类	2类	3类	4类
MSO 0	适用	适用	—	—
MSO 1	—	适用	适用	适用
MSO 2	—	可选	适用	适用
MSO 3	—	—	可选	可选
MSO S	—	可选	可选	可选

4.3.2 具有多个安全操作模式(MSO)的机床（2类、3类、4类），应设置一个模式（MSO）选择装置，并应符合 6.4.7 的规定。

5 机床的危险

5.1 机床风险评估

应按GB/T 15706-2012中第4章、第5章、GB/T 16856、GB/T 36954的有关规定，对机床进行危险识别、危险分析和风险评估，识别和评估机床危险。

注：对于本文件没有涉及的危险，应按GB/T 15706-2012的有关规定采取安全措施。

5.2 机床危险分析

在机床危险分析时，应考虑机床使用周期（试运行、操作、调整、清理、维修和维护）中各种条件下可能产生的危险包括不限于此：

- 意外起动；
- 控制系统失效；
- 操作者和其他人员进入危险区域所产生的危险；
- 可合理预见的操作者和其他人员的误用（见 GB/T 15706-2012 中 3.23 和 3.24）；
- 与机床相关的其他重大危险。

5.3 机床存在的主要危险

机床存在的主要危险见表4。

表 4 ——机床主要危险一览表

序号	危险原因和危险情况	危险区域和危险情况举例	潜在后果	本文件对应的章节
1	机械危险			
1.1	运动部件向固定部件趋近	移动部件向固定部件之间的进给运动； 刀具/工件与机床部件之间的手动操作； 在刀具或工件或主轴附近手动操作； 夹具与工件的夹紧。	挤压 剪切 吸入 卷入 陷入 部件甩出	6.1 6.2.3 6.2.4
1.2	运动部件	在加工、调整、维护和修理时，在运行轴和运动机床部件的区域以及在自动装载装置区域内活动； 工作台往复运动； 在工作平台区域活动。	碰撞 卷入 吸入 陷入	6.1 6.2.3 6.2.4 6.2.6 6.2.7 6.2.8
1.3	旋转部件	在装载和卸载或测量时意外碰到旋转的刀具。	刮蹭 擦伤 吸入 陷入	6.1 6.2.4 6.12.2.1
1.4	尖角、锐边、锐棱	在装载、卸载或测量时，意外碰到刀具、工件、机床部件的锐边、锐棱等。	切割 刺破 刮蹭 擦伤	6.2.2
1.5	坠落和甩出物体	在启动、调整、切削、更换刀具、维护或停用 时，材料的部分和碎片甩出或坠落； 工件坠落； 刀具破裂； 机床零件破裂后甩出时正好在现场或附近。	挤压 剪切 磕碰 穿刺 刺破	6.1 6.2.4 6.2.7 6.2.9.1 6.2.10 6.20
1.6	重力	调整（如更换刀具或工件）时可移动的机床部件因重力而坠落； 在工作平台或地坑区域活动。	挤压 剪切 磕碰	6.2.4 6.2.7 6.2.9 6.2.10
1.7	高压	在液压元件旁边或在机床附近停留，尤其在机床安装和试运转时。	压力作用下介质穿透或冲击进入皮肤和眼睛	6.15 6.16 6.17 6.18

表 4（续）

序号	危险原因和危险情况	危险区域和危险情况举例	潜在后果	本文件对应的章条
1.8	稳定性	停留在机床附近时，固定不牢的机床或机床部件坠落或倾倒。	磕碰 挤压	6.2.1
1.9	粗糙表面、光滑表面	在机床周边地面、台阶和在高处作业，由于： —金属加工液、润滑油、或压力流体喷出或泄漏； —残留的喷出液体； —护栏或其它防护装置不完善，尤其是在有坠落风险的地方。	滑倒 翻倒 跌倒	6.2.9.1 6.11.5
2	电气危险			
2.1	带电部件	接触带电部件。	电击	6.3
2.2	故障下变为带电部件	接触故障条件下变为带电的部件。	触电	6.3
3	热危险			
3.1	高温/低温物体和材料	加工时正好在机床边停留或在附近，热的切削火花溅出，或接触制冷介质。	烧伤 冻伤	6.7
3.2	爆炸和火灾	由过热造成切削火花溅出。	烧伤、坠落和碰撞危险	6.7
4	噪声危险			
4.1	加工过程	因以下原因产生气动噪声时在机床边停留或在附近： —旋转的刀具； —切削时刀具和/或工件的振动； —驱动和传动元件； —空气吹扫。	永久听力下降 另外（如：机械的，电气的）危险造成后果为干扰正常交流和妨碍接受声音信息。	6.5.1 6.8
5	振动危险			
5.1	振动部件	操作者在操作手动操控机床进行切削时振动的传递。	烦躁不安 神经系统疾病关节损伤	6.9
6	辐射危险			
6.1	高低频电磁辐射	电气设备运行时，尤其在调整或维护时。	有源植入物影响，如，起搏器，除颤器	6.3.6 6.5.1 6.10
6.2	光辐射（红外光，可见光和紫外光），包括激光辐射	测量设备和激光器使用时，尤其在调整或维护时。	烧伤、眼损伤	6.10

表 4（续）

序号	危险原因和危险情况	危险区域和危险情况举例	潜在后果	本文件对应的章节
7	材料物质产生的危险			
7.1	生物和微生物（病毒和细菌）	在机床边停留或在附近接触被细菌污染的金属切削液。	感染	6.11.4
7.2	液体	在机床边停留或在附近皮肤接触金属切削液。	皮肤损伤	6.11.2.1
7.3	气体	在机床边停留或在附近吸入加工时使用或产生的材料，如金属切削液挥发吸收。	呼吸困难 中毒	6.11.2.2
7.4	粉尘	在机床边停留和/或在机床附近，吸入操作过程中产生的物质(例如，金属粉末、石墨粉末)。	呼吸困难 中毒	6.11.2.3
7.5	烟雾	在机床边停留和/或在机床附近，吸入操作过程中使用或产生的物质(例如，冷却液)。	呼吸困难 中毒	6.11.2.2
7.6	火灾和爆炸危险材料	火灾和爆炸危险 a) 加工易燃材料，如：铝、镁； b) 使用易燃材料，如：含油金属切削液。	火灾和爆炸产生燃烧	6.11.3
8	人类工效学危险			
8.1	指示器和可视显示单元的设计或位置	在操作者位置指示信息错误解读。	除机械，电气外人为失误造成的其它危险	6.12.3
8.2	控制装置的设计，位置或识别	在操作者位置误操作。		6.4.3 6.12.2
8.3	费力	在控制机床和操作过程中在工件或刀具交换时对手/（手臂）或脚/（腿）解剖结构考虑欠妥。	疲劳	6.12.1
8.4	身体姿势		肌肉骨骼系统受损	6.12.1
8.5	重复活动		疲劳	6.12.1
8.6	通道	通道过窄、过低。	不舒服	6.2.9.2
8.7	闪烁、频闪、炫光、阴影	照明装置安装不当。 照明装置损坏。	疲劳	6.13
8.8	清晰度，局部照明	在对工件和刀具进行人工操作和调整时、在装载/卸载、调整、更换刀具以及在装载/卸载维护刀具变位时，对准确性和判断能力的影响。	疲劳 除机械，电气外人为失误造成的其它危险	6.13
8.9	人为失误	可预见的操作不当； 误操作机床； 对工件和刀具的处置与调整不当； 对工作场地和/或加工工艺设计有欠缺； 对手/臂或脚/腿解剖结构考虑欠妥； 不正确安装。	涉及上述所有危险	6.14

表 4（续）

序号	危险原因和危险情况	危险区域和危险情况举例	潜在后果	本文件对应的章条
9	与机床使用环境有关的危险			
9.1	粉尘和烟雾	加工过程中，粉尘和烟雾直接排放，或粉尘和烟雾达到闪点。	呼吸困难 过敏中毒 爆炸和燃烧	6.11.2.2 6.11.2.3
9.2	电磁干扰	非受控的运动（包括速度改变、非正常的/意外起动）。	挤压 剪切 卷入 缠绕	6.3.6
10	组合危险			
10.1	供电故障	运动机床部件或安装的工件或刀具或其碎片坠落或飞出； 运动部件停止失效。	挤压 剪切 磕碰	6.4.11
10.2	能源中断后恢复	运动失控（包括速度改变）； 非正常的/意外的起动。	切割 切断	6.4.11
10.3	控制系统故障	运动机床部件或安装的工件或刀具坠落或飞出； 运动部件停止控制失效； 运动失控（包括速度改变）； 非正常的/突然的起动； 由于控制系统设计欠佳或缺陷而造成的其它危害事故； 刀具速度改变（调整时）。	吸入 缠绕 侵入 刺破 刮蹭 擦伤	6.4.1 6.4.2 6.4.10

6 安全要求和措施与评定方法

6.1 一般要求

6.1.1 本质安全设计

应通过本质安全设计措施尽可能消除或减少所有潜在的危险因素，不采用安全防护或补充保护措施而消除或减少危险。

6.1.2 安全防护措施

由于预定使用和可合理预见的误用，通过本质安全设计措施不能避免或充分限制的危险，应采取必要的安全防护装置（防护装置、保护装置）和采用急停装置、被困人员的逃生和救援措施、隔离和耗散能量的措施、方便和安全搬运重型零部件的措施、安全进入机床等补充保护措施。

6.1.3 使用信息

对于无法通过本质安全设计措施消除或减少的,而且安全防护装置对其无效或不完全有效的剩余危险,应用信息通知和警告操作者。不应使用信息代替本质安全设计措施、安全防护、补充保护措施的正确使用。

6.1.4 机床安全要求和/或风险减少措施

机床应符合本章规定的安全要求和/或风险减少措施。此外,对于本文件未考虑的机床其他危险,也应按6.1.1~6.1.3的规定采取措施。

6.1.5 各类机床基本安全要求

6.1.5.1 对于1类机床

1类机床的安全防护应符合下列规定:

- a) 防止接近切削刀具,应设置可调式防护装置;
- b) 机床控制装置应与活动式防护装置联锁,如,打开防护装置时,避免主轴旋转;
- c) 动力轴线进给不应超过 2 m/min 和/或采用保持—运行控制的快速移动不应超过 5m/min。

6.1.5.2 对于2类机床

2类机床的安全防护应符合下列规定:

- a) 工作区应采用固定式和/或联锁活动式防护装置;
- b) 活动式防护装置打开时(如,调整),机床运动应符合下列规定:
 - 1) 轴线进给移动由保持——运行控制,速度不应超过 2m/min;
 - 2) 主轴运转应由保持——运行控制,或手动数据输入(MDI)后执行“循环启动”指令;
 - 3) 启动停止指令,在无刀具情况下,主轴应在 2r 内停止。出现断电或意外下,允许主轴惯性停止运转。

6.1.5.3 对于3类和4类机床

3类和4类机床的安全防护应符合下列规定:

- a) 工作区应采用固定式和/或联锁活动式防护装置封闭。若由于工件的尺寸、几何形状、机床其他具体特性或其应用造成工作区无法封闭时,应采取其他组合方式(如,采用控制室、周边围栏、其他保护装置)进行安全防护;
- b) 断电后,会出现持续一段时间运动(如主轴滑行)的机床,应采用带锁定机构的防护装置,防止接近机床危险运动;
- c) 人员整个身体接近或滞留在危险区内,不易被操作者察觉到的机床,应采取下列安全措施:
 - 1) 采用感应保护装置;
 - 2) 采用技术手段(例如,采用安全挂锁)防止关门;
 - 3) 双重确认(内部和外部防护装置);或
 - 4) 从允许查看危险区域的位置确认(直接启动防护锁定机构);
 - 5) 提供保护装置(例如重力、弹簧操作或挂锁),防止防护装置关闭或自动关闭。
- d) 机床(如单台3类机床)有多个工作区域,应设置安全防护装置(例如,固定或活动式联锁防护装置或保护装置),防止接近工作区危险。应使用限制装置(如机械制动器、限位开关或光束),防止未经授权机床运动进入相邻非工作区。

6.2 机床结构

6.2.1 稳定性

机床的结构和外形布局应确保具有足够的稳定性。使用机床时（按说明书规定的预定使用条件下），不应存在意外翻倒、跌落或意外移动的危险。由于机床的结构和形状原因不能确保足够稳定性时，应在说明书中规定其固定措施，包括地脚螺栓、运动限制、加/减速限制、载荷限制、接近稳定极限和载荷极限时发出报警等。如使用地脚螺栓，机床制造商应明确规定使用的螺栓和地基要求。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.2 外形

6.2.2.1 可接触的外露部分不应有可能导致人员伤害的锐边、尖角、粗糙面、凸出部分和开口。钣金边缘应去除毛刺、折边或倒角。对导致陷入的开口，应封闭或覆盖。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.2.2 机床的各种管线布置排列应合理、无障碍，防止产生绊倒等危险。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.2.3 机床的突出部分、移动部分、分离部分应采取安全措施，防止产生磕伤、碰伤、划伤、剐伤危险。

评定方法：视检或检查信息

6.2.3 运动部件

6.2.3.1 有可能造成缠绕、吸入或卷入等危险的运动部件和传动装置（如链、链轮、齿轮、齿条、皮带轮、皮带、蜗轮、蜗杆、轴、光杠、丝杠、排屑装置等）应予以封闭或设置安全防护装置、或使用信息，除非它们所处位置是安全的。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.3.2 运动部件与运动部件之间或运动部件与静止部件之间，不应存在挤压危险和/或剪切危险，否则应按 GB/T 12265 的有关规定采取安全措施。

评定方法：检查图样，视检和/或检查信息

6.2.3.3 有惯性冲击的机动往复运动部件应调整可靠的限位装置，必要时可采取可靠的缓冲措施。若设置限位装置有困难时，应采取必要的安全措施。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.3.4 可能由于超负荷发生损坏的运动部件应设置超负荷保险装置。因结构原因不能调整时，应在机床上（或说明书中）标明机床的极限使用条件。

评定方法：检查图样，视检或检查信息

6.2.3.5 运动中有可能松脱的零件、部件应设置防松装置。

评定方法：检查图样和/或视检

6.2.3.6 对于单向转动的部件应在明显位置标出转动方向。

评定方法：视检

6.2.3.7 在紧急停止或动力系统发生故障时，运动部件应就地停止或返回设计规定的位置，垂直或倾斜运动部件的下沉不应造成危险。

评定方法：视检

6.2.3.8 运动部件不允许同时运动时，其控制机构应联锁。不能实现联锁的，应在控制机构附近设置警告标志，并在说明书中说明。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.4 夹持装置

6.2.4.1 一般要求

夹持装置应确保不会使工件、刀具坠落或被甩出。夹持装置应清楚标明其最高安全转速（夹头除外），并在说明书中规定随机供应的夹持装置的最高安全转速。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.4.2 手动夹持装置

手动夹持装置应采取安全措施，防止意外危险，如钥匙或扳手停留在夹持装置上随机床运转，可采取联锁防护或采用自动弹出钥匙。调整行程或可调增量移动不应超过4mm，夹紧移动速度不应超过4mm/s。

评定方法：功能检查和/或检查信息

6.2.4.3 动力夹持装置

- a) 机床运转的开始应与动力夹持装置夹紧过程的结束相联锁；
- b) 动力夹持装置的放松应与机床运转的结束相联锁；
- c) 应监控动力夹持装置的状态。如夹紧力，或监控压力、电流等（间接值），未达到规定值时机床不应启动；
- d) 传感器或反馈装置动作，不应引起夹持装置的危险运动；
- e) 活动式联锁防护装置打开/安全装置暂停时，动力夹持装置的运动应符合以下要求：
 - 1) 运动速度不应超过 15m/min（若仅有冲击危险）；
 - 2) 采用保持——运行控制，夹紧行程不应超过 4mm 或行程速度不应超过 5m/min（若仅有挤压、剪切或卷入危险）；
 - 3) 采用双手控制方式；
 - 4) 安装或调整工件时，需用手支撑工件，采用三位脚踏开关控制，速度不应超过 5 m/min。

评定方法：功能检查

6.2.4.4 磁性夹持装置

6.2.4.4.1 一般要求

磁性夹持装置应符合下列要求：

- a) 应符合或超过规定的磁性夹紧力时，才允许轴线移动；
- b) 断开时，磁性夹紧力应能保持工件不发生意外危险。

评定方法：功能检查和/或检查信息

6.2.4.4.2 电磁吸盘

- a) 其外壳防护等级不应低于 IP54，其保护接地应符合 GB/T 5226.1-2019 中 8.2 的有关规定；
- b) 应符合 6.2.4.3 的有关规定。

评定方法：检查电路图、视检、功能检查和/或检查信息

6.2.4.5 手动上下工件、刀具时，应采取安全措施，防止产生挤压手指等危险。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.4.6 紧急停止或动力系统发生故障时，机动夹持装置或电磁吸盘应采取安全措施，防止危险产生。

评定方法：视检或检查信息

6.2.4.7 采用气动夹持装置时，应避免将切屑和灰尘吹向操作者。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.5 平衡装置

6.2.5.1 与机床部件及其运动有关的构成危险的配重，应采取完善的安全防护措施(如将其置于机床体内或置于固定式防护装置内使用等)，并应防止由于配重系统元件断裂而造成的危险。

评定方法：视检，检查信息

6.2.5.2 采用动力平衡装置时，应防止动力系统发生故障时机床部件跌落。

评定方法：视检，检查信息

6.2.6 自动上、下料装置

采用自动上、下料装置时，应设置固定式防护装置、或联锁的活动式防护装置、或设置警告标志。

采用机器人装载/卸载时，应符合GB 11291.2的规定。

允许在上、下料时主轴回转，应防止工件被甩出的危险。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.7 刀库、换刀装置

6.2.7.1 采用刀库和换刀装置时，应设置固定式防护装置、或联锁的活动式防护装置、或设置警告标志，除非它们所处的位置是安全的。

6.2.7.2 刀库应符合下列规定：

- a) 当活动式联锁防护装置打开/保护装置暂停时：
 - 1) 刀库动作采用保持——运行控制，一次只能交换一个刀位；
 - 2) 采用双手控制装置才允许刀库连续动作；
 - 3) 运动最大圆周(线)速度不超过 2m/min，或用在危险运动以外的控制装置上进行操作。
- b) 当整个身体有可能进入刀库区域，应提供现场感应装置防止接近刀库的任何运动或其它可接近的机床危险动作；
- c) 夹持刀具的设计数据（如：刀具最大质量，最大直径、最大长度、转动惯量，及刀具空间回转范围等）应提供给用户。

6.2.7.3 换刀装置应符合下列规定：

- a) 当活动式联锁防护装置打开/保护装置暂停时：
 - 1) 从任何危险区接近换刀装置，换刀装置的运动应被禁止；
 - 2) 在远离危险区域位置，换刀装置的运动采用保持——运行控制，仅存在冲击危险，运动速度不应超过 5m/min，若存在挤压、剪切或卷入危险，运动速度不应超过 2m/min，或应在 4mm 内停止；
 - 3) 采用双手操作方式。
- b) 传感器或反馈装置的动作不应引起换刀产生危险运动；
- c) 在任何运行条件下（包括断电），刀具应被牢固夹持在换刀装置中，避免刀具坠落或甩出。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.8 排屑装置

排屑装置不应使操作者构成危险，必要时可与防护装置的打开和机床运转的停止联锁，并应满足下列要求：

- a) 防护装置的设计和安全距离应符合 GB 23821-2009 的表 3 的规定；
- b) 排屑装置漏斗应尽量减少切屑滞留；
- c) 排屑装置漏斗的每个可视面应加贴警示标志；
- d) 排屑装置漏斗的地板周边应加贴黄-黑色警示标志；
- e) 应提供有关操作/装卸排屑装置和容器的信息。

评定方法：视检和/或检查信息

6.2.9 工作平台、通道、开口

6.2.9.1 工作平台

6.2.9.1.1 不能在地面操作的机床，应设置钢梯和工作平台。平台和通道应防滑、防绊倒和防跌落，并尽量不应使操作者接近机床的危险区。必要时可设置踏板和栏杆。钢梯、栏杆和平台应符合 GB/T 17888（所有部分）的有关规定。开口应朝向安全位置，应防止意外打开产生的危险。

6.2.9.1.2 工作平台的额定负荷（不包括人员）、人员数量等应符合设计要求。

6.2.9.1.3 固定式或活动式工作平台的设计应有 1.3 倍的安全系数，以确保其稳定性。

6.2.9.1.4 工作平台，在静态下应能承受 1.25 倍的负荷，在动态下应能承受 1.1 倍的负荷。

6.2.9.1.5 应在工作平台处设置标识，标明最大允许负荷，或最大负荷下允许的人员数量。

6.2.9.2 通道

通道应符合 GB/T 18717（所有部分）的有关规定。

6.2.9.3 开口

根据操作和维修需要，机床可设置用于进出的开口，开口宽度应至少为 600mm，开口高度应至少 2100mm，开口的尺寸应符合 GB/T 18717（所有部分）的有关规定。

6.2.10 地坑

若机床结构包括地坑，应满足下列要求：

- a) 应设置地坑盖板（如：网格盖板）防止坠落危险。若无法设置地坑盖板，应按下列优先顺序任选其一：
 - 1) 设置围栏；
 - 2) 距地坑 1m~2m 处，设置警告标志和起阻碍作用的链条、或带子、或揽绳；
 - 3) 距地坑 1m 处，设置带黄/黑色警告标志的链条。
- b) 若需观察、调整或维护进入地坑，应设置活动式防护装置或带联锁活动式防护装置；
- c) 地坑内机床移动部件不应产生冲击危险，挤压或卷入等危险。

评定方法：实测、视检和/或检查信息

6.3 电气系统

6.3.1 触电

为防止触电危险，电气设备的防护应符合下列规定：

- a) 带电体的防护应符合 GB/T 5226.1-2019 中第 6 章的有关规定；
- b) 电气设备绝缘防护应符合 GB/T 5226.1-2019 中 6.2.3、6.3.2.2、13.3 的有关规定；
- c) 电气设备保护接地应符合 GB/T 5226.1-2019 中 8.2、14.1、14.2 的有关规定；
- d) 电气设备的防护等级应至少达到 IP54；
- e) 控制装置外壳的防护等级应至少为 IP2X，工作区域内的控制装置的防护等级应为 IP55；
- f) 电气柜应放置在不易被刀具和/或工件甩出而造成损坏的位置。带电部件不应被触及到（见 GB/T 5226.1-2019 中 6.2.2）。

评定方法：视检，保护接地连续性试验，绝缘电阻试验，耐压试验

6.3.2 保护

为防止意外危险，电气设备的保护应符合下列规定：

- a) 电气设备过电流的保护应符合 GB/T 5226.1-2019 中 7.2 的有关规定；
- b) 电动机过载保护应符合 GB/T 5226.1-2019 中 7.3 的有关规定；
- c) 电动机超速保护应符合 GB/T 5226.1-2019 中 7.6 的有关规定；
- d) 电压波动、电源中断的保护应符合 GB/T 5226.1-2019 中 7.5、7.9 的有关规定；
- e) 接地故障（或残余电流）的保护应符合 GB/T 5226.1-2019 中 7.7 的有关规定。

评定方法：视检，检查技术文件，残余电压试验

6.3.3 导线、电缆和配线

电气系统的导线、电缆和配线应符合下列规定：

- a) 导线、电缆应符合 GB/T 5226.1-2019 中第 12 章的有关规定；
- b) 配线应符合 GB/T 5226.1-2019 中第 13 章的有关规定。

评定方法：视检

6.3.4 电动机

电动机应符合 GB/T 5226.1-2019 中第 14 章的有关规定。

评定方法：视检

6.3.5 静电

电气设备应防止或限制静电放电，必要时可设置放电装置。

评定方法：视检

6.3.6 电磁兼容

电气/电子设备的电磁兼容应符合下列规定：

- a) 抗扰性：电气/电子设备设计应能防止电磁干扰，并应符合 GB/T 17799.2 的规定；
- b) 辐射：电气/电子设备的设计应能限制电磁辐射，并应符合 GB 17799.4 的规定。

评定方法：供方提供相应的证明或试验

6.4 控制系统

6.4.1 一般要求

除了应符合本文件6.4.2~6.4.11规定外，还应符合GB/T 5226.1-2019中第5章、第9章、第10章、第11章、GB/T 15706-2012中6.2.11、6.2.12和GB/T 16855.1-2018的有关规定。

评定方法：检查电气图样，视检，功能检查和/或检查信息

6.4.2 控制系统的安全及可靠

控制系统的有关安全部分是指从整个系统的最初控制装置或输入点的检测位置开始到机床最终执行机构或元件（如电动机）。

控制系统应确保其功能安全可靠，控制系统应能经受预期的工作负荷和外来影响、逻辑的错误（不包括操作程序），应符合GB/T 16855.2的规定。

控制系统的有关安全部分的功能和类别（见GB/T 16855.1-2018中第6章）应符合表5的规定。

表 5 ——控制系统的有关安全部分的功能和性能水平

功 能	性能水平 PLr
起动和重新起动	c
停止	c 0类停止 d 1类和2类停止
紧急停止	c
模式选择	c
保持——运转	c或d
使能功能	c或d
防护装置的联锁	d 大于1次/小时 c 小于等于1次/小时
轴运动	c
传动，驱动	d 大于1次/小时 c 小于等于1次/小时
垂直或倾斜轴意外下坠控制	d 危险很难避免 c 危险可避免

表 5（续）

功 能	性能水平 PLr
工件夹紧	a 限速或速度很低 b 关闭可移式防护 c 未配或打开可移式防护
最大速度	a
主轴限速监控	d
线性轴限速监控	c
电子手轮	c d 与使用装置配合使用
刀具交换	d
托板交换	c 小于等于1次/小时 d 大于1次/小时
上、下料	c 小于等于1次/小时 d 大于1次/小时
棒料进给	c
排屑	c
围栏门和开口	c 小于等于1次/小时 d 大于1次/小时
易燃和吸雾监控	b
防护打开，液体压力控制	a 低压 ≤ 0.5 MPa（不直接接触） b 低压 ≤ 0.5 MPa（直接接触） c 高压 > 0.5 MPa

评定方法：检查图样，视检，检查元件是否有符合相关标准证明，检查信息

6.4.3 控制装置的位置

控制装置的位置应确保操作时不会引起危险，并应符合下列要求：

- 设置在危险区以外（紧急停止装置、移动控制装置等除外）；
- 清晰可见，易与其他装置区分，必要时设置表示其功能和用途的标志。符号标志应符合 GB/T 3167、GB/T 3168 的有关规定。控制器件的颜色代码应符合 GB/T 5226.1-2019 中 10.2 的有关规定；
- 一个控制装置，而多重控制时（如键盘），执行的动作应清楚标明；
- 不会引起误操作和附加危险；
- 在操作位置不能观察到全部工作区的机床，应设置视觉或听觉的起动警告信号装置或警告信息，以便工作区内人员能及时撤离或迅速制止起动；
- 有一个以上操作位置的机床，应设置控制联锁装置，停止和紧急停止装置除外。

评定方法：视检，功能检查和/或检查信息

6.4.4 启动

机床启动应符合下列要求：

a) 只应在人为的启动控制下，机床才能启动。包括：

- 1) 停止后重新启动；
- 2) 操作状况（如速度、压力）有重大变化时。

注：正常的自动控制程序，或重新启动或操作状况变化不会对人员造成危险，可不遵守上述要求。

b) 活动式防护装置闭合时，机床不应立即启动；

c) 活动式防护装置脱开时，机床不应意外启动；

d) 有多个启动装置时，应设置选择装置，任何时候仅有一个启动装置起作用。

评定方法：功能检查

6.4.5 停止

机床应设置停止装置，停止装置应位于每个启动装置附近。机床停止应符合下列要求：

a) 按下停止装置时，机床的运动应能完全安全地停下来；

注：由于各种机床的危险情况不同，停止装置可停止机床运行中的部分或全部。

b) 机床运动停止时，执行机构的能量供应应切断，保证断开点“下游”不再有位能和/或动能；

注：当某些回路必须与其能源供应保持正常连通时，例如：夹持工件、保持信息或内部照明等，应采取特殊措施（如警告信息或报警灯等），以确保操作者的安全。

c) 停止控制应优先于启动控制功能。

评定方法：检查图样，视检，功能检查和/或检查信息

6.4.6 紧急停止

6.4.6.1 紧急停止应符合 GB/T 5226.1-2019 中 10.7 和 GB/T 16754 的有关规定及下列要求：

a) 能明确识别、容易看见，易于接近，且操作无危险；

b) 动作不应影响保护操作者或机床的装置的功能；

c) 使机床或运动部件尽快地停止运行；

d) 执行机构的任何动作应使控制装置锁紧，并持续到重调（不锁紧）；

e) 复位不应使机床启动，或启动任何危险部件的运动。

评定方法：检查图样，视检，功能检查

6.4.6.2 机床应设置一个或数个紧急停止装置，如在：

a) 主操作台；

b) 可移动的操作台；

c) 上、下料处（远离主操作位置时）；

d) 刀库与加工区分离时，封闭区或刀库内和附近（若整个人体可能接近）；

e) 应沿机床长度上设置一个“拉线式”紧急停止装置，或距离 10m 处设置一个独立的紧急停止装置（仅适用 4 类机床）。

评定方法：视检

6.4.7 模式选择

机床有一种以上工作或操作方式（如自动控制或调整、检查等）时，应设置模式选择控制装置，每个被选定的模式只允许对应于一种操作或控制模式，且被选模式应清晰可见（例如：通过显示器或选择开关的位置）。

操作模式的选择操作应使用钥匙开关、访问代码或其它类似方式，且操作应在工作区域之外。模式选择中不应引起危险。

在某种工作或操作方式下，应在安全防护装置脱开或无效下、或保护装置暂停的情况下才能操作，模式选择控制应满足下列要求：

- a) 自动控制模式无效；
- b) 在进一步的控制指令下（有命令顺序）机床才能动作；
- c) 在特别的安全措施（如减速、减功率或其他措施）下，机床的危险运动部件才允许运转；
- d) 机床的运行直接或间接通过传感器控制时，应避免产生任何危险运动。

评定方法：视检，功能检查和/或检查信息

6.4.8 保持——运转

保持——运转应能持续激励直至工作完成。

评定方法：功能检查

6.4.9 数控系统

数控系统应符合GB/T 5226.1-2019中第11章的有关规定及下列要求：

- a) 满足预期的操作条件和环境影响；
- b) 设置访问口令或钥匙开关，防止程序被有意或无意改动；
- c) 有关安全的软件未经授权不允许改变。

评定方法：视检，功能检查和/或检查信息

6.4.10 控制系统故障

控制系统出现故障时，不应导致危险产生，特别是：

- a) 机床不应意外起动（见 GB/T 19670-2005）；
- b) 运动部件速度变化不应失控；
- c) 运动部件不应停不下来；
- d) 运动部件或机床上工件、刀具不应掉下或抛出，流体不应喷出；
- e) 保护装置不应被废弃或失效，造成机床动作。

评定方法：检查图样和/或检查信息

6.4.11 能量隔离和耗散

能量控制系统应符合GB/T 15706-2012中6.2.10、6.3.5.4和GB/T 19670-2005中第5章的规定，应确保：

- a) 能源暂时中断后恢复，不应自动重新启动（见 GB/T 19670-2005）；
- b) 隔离能源供给，应防止意外启动（见 GB/T 3766-2015 中 5.4.7.2.1、GB/T 7932-2017 中 5.2.8 和 GB/T 5226.1-2019 中 5.3）；
- c) 储存能量的耗散（GB/T 19670-2005 中 5.3）；
- d) 储存能源的释放，应提供有效措施隔离电源。断电设备应符合 GB/T 5226.1-2019 中 5.3 的规定，除非隔离器不是 GB/T 5226.1-2019 中 5.3.2 的 d) 型或 e) 型；
- e) 机床配有液压或气动能源，机床电气隔离应能切断液压泵电机和/或空气压缩机的电源供应；

- f) 液压或气动能源由机床外部供应时，机床应配有手动操作和带锁定机构的能源断开设施（切断阀）。由于隔离而能源耗散无法自动进行时，应提供切断残余压力的方法。

评定方法：检查图样、视检和/或检查信息

6.5 安全防护装置

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 安全防护装置应符合 GB/T 18831 的有关规定和下列要求：

- 性能可靠，能承受抛出零件、危险物质、辐射、噪声、火灾等；
- 不应引起附加危险和限制机床的功能，也不应过多地限制机床的操作、调整和维护；
- 防护装置与机床危险部位间的安全距离应符合 GB/T 12265、GB 23821-2009 的有关规定；
- 防护罩、屏、栏的材料，以及采用网状结构、孔板结构和栏栅结构时的网眼或孔的最大尺寸和最小安全距离，应符合 GB/T 8196 的有关规定；
- 从地面安装的防护装置（如，周边围栏），围栏的最低高度应为 1.4m，围栏与危险区域的距离应符合 GB 23821-2009 中表 2 的规定。从防护装置底部任何位置至地面的开口尺寸应符合 GB 23821-2009 中表 7 的规定（ $\leq 200\text{mm}$ ）；
- 防护装置的可移动部分应便于操作、移动灵活；
- 经常拆卸用手搬动的防护装置应装拆方便，其重量不宜大于 16kg。不便于用手搬动的防护装置，应设置吊装孔、吊环、吊钩等，并在防护装置本体或说明书中标明其重量值（kg）；
- 观察机床运行的透明防护装置应便于观察。

评定方法：视检，实测和/或检查信息

6.5.1.2 安全防护装置所使用材料的性能要求见表 6。

6.5.1.3 典型机床冲击能量的计算见附录 A。

6.5.1.4 实测冲击能量应大于计算冲击能量。

6.5.1.5 冲击后，防护装置或材料上损坏情况按如下评定：

- 翘曲或向外凸起（残留变形，无裂缝），合格；
- 轻微裂缝（只出现在一个表面上），合格；
- 贯穿裂缝（从一表面到另一表面均出现裂缝），不合格；
- 穿透（材料被抛射物穿透），不合格；
- 防护装置的视窗松动，不合格；
- 防护装置松动、移位，不合格。

表 6 ——安全防护装置所用材料的性能要求

材料	厚度 d mm	抗拉强度 R_m N/mm^2	断裂伸长 ϵ_B %
钢板	1.5	369/370	28
	2	370	28
	2.5	370	28

表 6 (续)

材料	厚度 d mm	抗拉强度 R_m N/mm^2	断裂伸长 ε_B %
钢板	3	400/405	28
	4	340	25
	5	300	40
	6	340	25
	1.5 + 3 ^a	370/400 (369/405)	28
	3 + 1.5 ^a	405/369	28
防锈铝	5	242	18
	10	242	18
聚碳酸酯	4	68	80
	6		
	8		
	10		
	12		
	2×6		
	2×12		
聚碳酸酯化合物 (PC)	2×8		
	2×12		
	19		
安全玻璃+聚碳酸酯化合物	玻璃+PC 6+18	——	——

评定方法：视检、检查设计文件和/或测试报告

6.5.2 防护装置

6.5.2.1 固定式防护装置

应牢靠地固定或联接。可拆卸部分只能用工具拆卸。

评定方法：视检

6.5.2.2 活动式防护装置

活动式防护装置应满足下列要求：

- 采用重力、卡子、定位螺栓、铰链或导轨等固定；
- 打开时应尽量与机床保持相对固定；
- 一些附属装置只能用工具拆卸；

- d) 采用联锁的活动式防护装置，防护装置关闭前机床不能起动，一旦打开防护装置时机床应停止运转（调整状态除外）；
- e) 必要时可设置防护锁。

评定方法：视检，功能检查和/或检查信息

6.5.2.3 可调式防护装置

整个装置可调或带有可调部分的固定式或活动式防护装置，在特定操作期间，调整件应能保持固定，不用工具也能方便地调整。

评定方法：视检

6.5.3 保护装置

6.5.3.1 联锁装置

联锁装置的联锁保护应符合GB/T 5226.1-2019中9.3的有关规定。

评定方法：检查图样，功能检查

6.5.3.2 限位装置

机床的限位装置应尽量安装到无振动、不受影响的合适位置上，动作应可靠。

评定方法：视检，功能检查

6.5.3.3 双手操纵装置

双手操纵装置应符合GB/T 19671的有关规定。

评定方法：视检，功能检查

6.5.3.4 压敏装置

压敏装置应性能可靠，并应符合GB/T 17454（所有部分）的有关规定。

评定方法：功能检查

6.5.3.5 电敏装置

电敏装置应性能可靠，并应符合GB/T 19436（所有部分）的有关规定。

评定方法：功能检查

6.6 安全标志和安全色

必要时应在机床危险部位或附近设置安全标志或涂安全色，以提醒操作、调整和维护人员注意危险的存在。使用安全标志应符合GB 18209.2的有关规定。使用的安全色应符合GB/T 2893（所有部分）的有关规定。

评定方法：视检

6.7 异常温度

经常接触的机床部件温度应符合GB/T 18153的有关规定。

机床部件（电气元件、照明灯等）和材料（切屑等）在异常温度时，应采取安全措施防止人员接触和接近造成伤害。

评定方法：视检和/或检查信息

6.8 噪声

6.8.1 机床设计过程中，应充分考虑控制噪声源，并应采取措施降低机床的噪声。机床的主要噪声源包括：

- a) 金属切削过程；
- b) 主轴/轴线运动；
- c) 更换刀具和工件；
- d) 修正和整形装置；
- e) 电机、气泵、传动机构等；
- f) 液压、冷却、气动系统；
- g) 上、下料或送料装置（若有）；
- h) 吸、排气（烟、雾、尘）系统（若有）。

6.8.2 在空运转条件下，机床的噪声声压级应符合表 7 的规定。机床工作位置声压级噪声超过 70dB(A) 时应加以说明。

表 7 ——机床空运转噪声声压级的限值

机床重量, t	≤10	>10~30	≥30
普通机床, dB (A)	83	85	88
数控机床, dB (A)	81		

6.8.3 机床噪声的测量方法应符合 GB/T 17421.5、GB/T 40806 的有关规定。

6.8.4 为使机床噪声测量结果有可比性时，可按下列操作条件：

- a) 1 类，2 类和 3 类机床：
 - 1) 80%主轴最大转速的空运转；
 - 2) 轴运行；
 - 3) 换刀运行（若有）；
 - 4) 工件输送运行（若有）；
 - 5) 排屑装置运行（若有）。
- b) 4 类机床：
 - 1) 连续自动循环生产：
 - 机床连续自动循环运行；
 - 机床以满生产率运行；
 - 所有安全防护设施就位；
 - 所有排屑装置运行；
 - 所有机床服务，例如，金属切削液运行；
 - 所有刀具就位；
 - 机床满载工件运行，并在每个工位执行指定的工序；
 - 如果一台机床能加工一种以上的工件，则应进行测试，以识别各种工件和相关过程测量之间存在的任何明显差异。
 - 2) 无工件自动循环

操作条件应与上述 b) 中 1) 相同，但无工件。如果机床具有随行托板，无工件运行。

6.8.5 公布的噪声水平应附下列声明：

“所提供的数据为机床的噪声发射水平，未必是安全工作的噪声水平。安全工作噪声水平有时与发射水平和暴露水平二者有关。所提供的数据不能作为确定采取更进一步的必要预防措施的可靠依据。影响劳动者的实际暴露水平的因素包括：工作场所特性，其他噪声源（如：机床数量和邻近的加工情况），操作者暴露在噪声环境时间长短等。因此，提供这个信息是为了使机床的使用者对危险和风险作出更好地评价”。

评定方法：实测和检测信息

6.9 振动

应采取措施减少机床的振动对人体健康的影响。

评定方法：视检和/或手感

6.10 辐射

6.10.1 电弧、离子化学辐射

应按GB/T 5226.1-2019中4.4.7的规定采取安全措施，避免电弧、短路时离子化学辐射造成的危险。

评定方法：视检和/或检查信息

6.10.2 机械辐射

应按GB/T 26118.1、GB/T 26118.3的规定采取安全措施，避免机床辐射（功能性辐射、不良辐射，及微量辐射）造成的危险。

机床辐射的测量按GB/T 26118.2的规定进行。

评定方法：视检和/或检查信息

6.10.3 激光

机床使用的激光装置应符合GB 7247.1、GB/T 7247.5、GB/T 7247.14的有关规定及下列要求：

- a) 应按GB/T 7247.4的规定设置防护装置，防止人员接触激光辐射（包括反射、扩散及二次辐射等）；
- b) 采用可移动的或拆卸的防护装置时，应采用联锁防护装置；
- c) 操作者应经过培训；
- d) 必要时，建议操作者穿戴个人防护装置。

评定方法：视检和/或检查信息

6.11 物质和材料

6.11.1 一般要求

机床使用和排放的物质和材料应符合GB/T 18569（所有部分）的有关规定。

评定方法：视检和/或检查信息

6.11.2 有害物质

6.11.2.1 液体

机床用液体应符合下列要求：

- a) 冷却液的选用应能使机床正常工作，并不会影响人体健康；

- b) 机床用油应符合有关标准的规定；
- c) 机床用涂料、油漆不应影响人体健康。

注：涂料、油漆指固化以后的。

机床用加工液有害物的限量要求和测定应符合GB/T 32812的规定。

评定方法：提供相关证明或检查信息

6.11.2.2 气体、烟雾、油雾

工作时产生有害气体或大量烟雾、油雾的机床，应采取有效的封闭措施和/或设置有效的排气、吸雾装置。接口的位置应考虑机床正常使用下产生的气流的有效排出。

排气、吸雾装置不能正常工作时，不应能开动机床。

油雾浓度的测量应符合GB/T 23574的有关规定。

评定方法：视检和/或实测

6.11.2.3 粉尘

工作时产生大量粉尘的机床，应采取有效的封闭措施和/或设置有效的吸尘装置。接口的位置应考虑机床正常使用下产生的气流的有效排出。

吸尘装置不能正常工作时，不应能开动机床。

粉尘浓度的测量应符合GB/T 23573的有关规定。

评定方法：视检和/或实测

6.11.3 火灾和爆炸

应按GB/T 23819的规定采取措施防止气体（如爆炸性气体、蒸汽混合物）、液体、粉尘（如石墨、铝、钛、镁粉尘）等物质产生火灾和爆炸危险，特别是：

- a) 应提示用户尽量使用难燃的冷却液和油液，如：使用闪点至少为 150℃ 的润滑油。若使用易燃冷却液（含油超过 15%）、油液或加工易燃材料应采取防火、防爆措施，如：
 - 1) 灭火装置；
 - 2) 防爆装置；
 - 3) 易燃限制装置。
- b) 照明灯的安装位置应避免冷却液飞溅引起的爆炸危险，否则应加防护装置；
- c) 电气设备的耐燃保护应符合 GB/T 5226.1-2019 中 7.4、13.3 的有关规定。

评定方法：视检和/或检查信息

6.11.4 生物和微生物

机床的油箱、冷却箱等应便于清理。液箱内部不应有产生细菌的环境因素（如：平滑、无喷涂的表面）。油箱、冷却箱宜加盖，以防止外来杂物进入。应提示用户定期更换冷却液和油液。

金属切削液处理系统在正常循环使用时，应避免在液箱产生“死区”，除非设计上用于沉淀的地方，并应提供过滤装置。

评定方法：视检和/或检查信息。

6.11.5 飞溅

应避免冷却液、切屑飞溅造成的滑倒、伤人等危险。如加工区的防护不足以防止溅向操作者，则应设置附加的防护挡板，或提示用户按其加工工件的形状和尺寸特征添设附加的防护挡板。

评定方法：视检和/或检查信息

6.12 人类工效学

6.12.1 一般要求

机床的人类工效学设计应符合下列要求：

- a) 工作强度、运动幅度、可见性、姿势等应与人的能力和极限相适应，并应符合 GB/T 16251 的有关规定；
- b) 工作位置应适合操作者的身体尺寸、工作性质及姿势，并应符合 GB/T 14776 的有关规定；
- c) 应防止操作时出现干扰、紧张、生理或心理危险，并应符合 GB/T 15241.2 的有关规定；
- d) 操作机床会造成伤害的，应提示用户采用个人防护装置。

评定方法：视检，实测和/或检查信息。

6.12.2 操作件

6.12.2.1 一般要求

操作件应符合GB/T 5226.1-2019中10.2、GB 18209.3-2010的有关规定及下列要求：

- a) 操作者应能判明最终效应是否实现（直接或通过反馈/应答装置）；
注：最终效应指操作者在进行操作时所要求达到的预期结果（见GB 18209.3-2010中3.3）。
- b) 操作件的操作方向应与其最终效应一致，并应符合 GB/T 17161 的有关规定；
注：对于有些机床（如磨床）操作件的操作方向与其最终效应可按常规规定。
- c) 操作者与机床的相对位置可以改变（如用遥控、便携式和悬挂操作装置），机床的运动方向变化不明确时，应在机床的运动部件上或其附近加贴与操作件上操作符号和/或颜色相对应的标志；
- d) 既可机动又可手动的操作件，当圆周速度大于 20m/min 时，应与旋转轴自动脱开，或采用无轮辐和无手把的操作件；
注：脱开时，允许操作件由于惯性作用产生短时摆动。
- e) 应避免镜像对称布置；
- f) 起动操作件的位置应使操作者在操纵时能看见所控制对象；
- g) 操作件应按所控制对象操作关系或功能关系来进行逻辑组合；
- h) 操作件应尽量避免意外操作的危险，可采用下列措施：
 - 1) 凹进或遮盖；
 - 2) 增加操纵力；
 - 3) 设置保险装置（如锁紧装置）；
 - 4) 置于不会被偶然碰撞的地方；
 - 5) 按顺序作用；
 - 6) 采用双手控制装置（见 GB/T 19671）；
 - 7) 使用使能器件。

评定方法：视检，功能检查和/或检查信息

6.12.2.2 操作件尺寸和操纵力

6.12.2.2.1 操作件的设计应符合 GB/T 14775 的有关规定。

6.12.2.2.2 手轮、手柄操纵力在行程范围内应均匀，并应符合表 8 的规定。

表 8 ——手轮、手柄的操纵力

机床重量, t	≤2	>2~5	>5~10	>10
经常使用, N	≤40	≤60	≤80	≤120
不经常使用, N	≤60	≤100	≤120	≤160
注1: 每班使用次数大于25次的手轮、手柄为经常使用手轮、手柄。 注2: 用于换向、夹紧、锁紧、顶紧以及增加阻尼等特殊要求的手轮、手柄, 其操纵力按设计规定。 注3: 极少使用的手轮、手柄, 其操纵力按设计规定				

评定方法: 视检, 实测

6.12.2.2.3 脚踏操作件应采取防护措施, 以防止误操作。脚踏操作件的移动行程应为 45mm~70mm, 移动力应为 20N~200N。

评定方法: 视检, 实测

6.12.2.3 操作高度

6.12.2.3.1 手轮、手柄的安装高度(从地面或操作站台面至手轮、手柄的中间位置)应符合表 9 的规定。

表 9 ——手轮、手柄的安装高度

单位为米

使用情况	安装高度
经常使用	0.5~1.7
不经常使用	0.3~1.9
仅调整时使用	≤2
注: 需站在工件或专用台板上操作的机床除外。	

评定方法: 实测

6.12.2.3.2 按钮站的安装高度(从地面或操作站台面至按钮站的中间位置)应为 0.6m~1.9m。

评定方法: 实测

6.12.3 信息显示装置

信息显示装置应耐久、清晰、含义明确易于理解, 并应符合 JB/T 5062 有关规定。

评定方法: 视检

6.12.3.1 指示器和显示器

6.12.3.1.1 位置

指示器和显示器应便于察看和识别。

评定方法: 视检

6.12.3.1.2 安装高度

a) 指示器的安装高度(从地面或操作站台面至指示器的中间位置)应符合表 10 的规定。

表 10 ——指示器的安装高度

单位为米

观察情况	安装高度
经常观察	0.7~1.7
不经常观察	0.3~2.5

b) 显示器的视距应至少为 0.3m，安装高度距地面或操作站台面应为 1.3m~2m。

评定方法：实测

6.12.3.2 报警装置

机床的视觉、听觉和触觉警告信号应符合GB/T 1251（所有部分）的有关规定及下列要求：

- a) 所表达的信息和含义明确易于理解；
- b) 在信号接受区范围内应便于识别；
- c) 定期检查信号的有效性。

评定方法：功能检查和/或检查信息

6.13 照明

6.13.1 机床操作时因光线不足而对操作者产生危险，应提供确保机床安全工作的局部照明装置。

评定方法：视检

6.13.2 照明装置的设计和安装应符合 GB/T 5226.1-2019 中第 15 章、GB/T 13379、GB/T 28780 的有关规定及下列要求：

- a) 在工作区的照明应可靠；
- b) 避免频闪效应、眩目现象和阴影区；
- c) 灯和光的污染应尽可能少；
- d) 维护方便；
- e) 照度至少为 500 勒克司（lx）。

评定方法：视检，实测和/或检查信息

6.14 装配错误

应避免装配错误或重新装配错误造成的危险，否则应：

- a) 在运动部件上或附近标明运行方向；
- b) 在导管、导线、电缆、液、气管件和/或连接件上标明标记。

评定方法：视检和/或检查信息

6.15 液压系统

液压系统应符合GB/T 23572的有关规定及下列要求：

- a) 液压系统应设有防止超压的安全阀或设置压力变化的溢流阀；
- b) 液压系统应能承受设计规定的最大工作压力；
- c) 压力保险装置应调整到说明书的规定；
- d) 液压系统的渗漏不应引起危险；

- e) 动力源断开时，蓄能器应能自动卸压或安全闭锁（特殊情况，断开时还需压力除外）。断开时若蓄能器仍需保持压力，应在蓄能器上或附近的显眼位置示出安全信息，信息应包括“小心（或注意）压力容器”字样。

蓄能器上至少应标明下列标记：

- 1) 制造日期；
- 2) 容量（L）；
- 3) 额定压力（Pa）；
- 4) 允许的温度（℃）。

评定方法：检查图样，视检，功能试验，检查信息

6.16 气动系统

气动系统应符合GB/T 7932-2017的有关规定及下列要求：

- a) 气动系统应设有防止超压的安全阀或调整压力变化的限压阀；
- b) 气动系统应能承受设计规定的最大工作压力；
- c) 压力保险装置应调整到说明书的规定；
- d) 气动系统的渗漏不应引起危险；
- e) 机床与气源相连时，机床上应设有限压阀和压力表，并应说明最大允许接通压力。

评定方法：检查图样，视检，功能试验，检查信息

6.17 润滑系统

润滑系统应符合GB/T 6576的有关规定及下列要求：

- a) 油位指示器应设置在便于观察的安全地方；
- b) 机床及附件上的手动润滑点应设有标志，并便于操作；
- c) 只有当液压系统和润滑系统使用相同的油，才允许混合，但务必除去杂质。

评定方法：视检

6.18 切削冷却系统

切削冷却系统应符合本文件5.11的规定及下列要求：

- a) 机床应尽可能容纳和有效回收冷却液，冷却液应能在重力作用下流向积液箱，避免在机床上或机床内部滞留；
- b) 固定冷却液喷嘴的装置，应能方便、安全、可靠地固定在所需位置上；
- c) 冷却液开关或流量控制器的位置应确保调整时操作者的安全；
- d) 切削冷却液系统出现故障时，加工应以适当的方式自动停止，如：刀具与工件分开、主轴停止运转、刀具驱动停止及抽气排烟装置关闭；
- e) 提供切削冷却液系统的机床其结构设计应防止冷却液溅出和喷出。应使用信息说明注意冷却液溢出机床周边而产生滑倒的危险。

评定方法：视检和/或检查信息。

6.19 机床安全操作

6.19.1 机床手动操作（MSO 0）

- 6.19.1.1 具有联锁活动式防护装置的机床，只有在防护装置关闭时，主轴才能手动启动。当防护装置打开时，主轴运动只能用保持——运行控制方式。

6.19.1.2 联锁活动式防护装置关闭时，轴线进给运动才允许：

- a) 行程 1m~5 m，移动速度不应超过 5 m/min；
- b) 行程超过 5m，结合采取防护措施（如双手控制装置或压敏垫）移动速度不应超过 10m/min。

6.19.1.3 防护装置打开时，轴线进给运动只能用保持——运行控制方式，移动速度不应超过 2 m/min。

6.19.1.4 快速移动只能用保持——运行控制方式。

6.19.1.5 对于直径至 500mm 的夹紧装置或工件，工件夹紧主轴线速度不应超过 0.7m/s。直径大于 500mm，最大线速度应限制在 1.3m/s 之内，转速不应超过 50r/min。

6.19.1.6 磨具线速度不应超过 50m/s。

6.19.1.7 可控的动力驱动进给轴线，一次只允许一个进给轴线移动。主轴允许同时旋转。

6.19.2 机床自动操作（MSO 1）

6.19.2.1 所有安全设施激活和防护装置关闭下，才允许手动移动机床轴和驱动主轴运转。

6.19.2.2 操作控制装置应符合 6.4.3 和 6.12.2 的规定。

6.19.2.3 防护装置关闭下，允许用保持——运行控制装置或电子手轮操作机床轴线运动。

6.19.2.4 防护装置打开的情况下：

- a) 刀库和换刀装置的动作应符合 6.2.7 的规定；
- b) 工件夹持装置的动作应符合 6.2.4 的规定；
- c) 磨床的运行：
 - 1) 工件主轴运转应由保持——运行控制，工件夹持装置转速不应超过 5r/min，同时线速度不应超过 5m/min；
 - 2) 砂轮主轴运行：
 - 磨具的线速度应限制在 $v \leq 50\text{m/s}$ （3 类机床、有磨具防护罩）；
 - 磨具的线速度应限制在 $v \leq 16\text{m/s}$ （无砂轮防护罩）。

6.19.3 机床调整操作（MSO 2）

6.19.3.1 在活动式联锁防护装置打开和/或保护装置暂停下，允许进行调整，但不允许进行加工。

6.19.3.2 从任何其他操作（MSO）转换调整操作（MSO 2）时，应中断加工循环，才能启动调整操作。

6.19.3.3 允许用保持——运行控制装置或电子手轮操作机床主轴和轴线运动。

6.19.3.4 在联锁活动式防护装置打开和/或保护装置暂停的情况下，机床运动只能在满足以下条件下方能进行：

- a) 线性轴线进给运动：
 - 1) 行程至 1m，移动速度不应超过 2m/min，或
 - 2) 步进移动行程不应超过 10mm；
 - 3) 行程 1m~5 m，移动速度不应超过 5 m/min；
 - 4) 行程超过 5m，结合采取防护措施（如双手控制装置或压敏垫）移动速度不应超过 10m/min。
- b) 回转轴线运动：

- 1) 圆周速度不应超过 15m/min, 或
- 2) 转速不超过 50r/min;
- 3) 砂轮主轴在下列情况下运行:
 - 磨具的线速度应限制在 $v \leq 50\text{m/s}$ (3 类机床、有磨具防护罩);
 - 磨具的线速度应限制在 $v \leq 16\text{m/s}$ (无砂轮防护罩)。

- c) 主轴制动, 发出停止指令后, 在无刀具下, 主轴应在 2r 内停止。

注: 2r 的次数仅指减速程序涉及的位移/角度。不包括操作者的响应时间, 例如, 不包括松开使能装置和控制装置。

- d) 应采取措施防止垂直轴或倾斜轴在重力作用下发生危险运动;
- e) 在工作区内待操作时, 自动换刀和工件更换机构应保持禁止状态。只有重新选择 MS0 1 模式才可能启动其自动动作。采用使能装置, 允许手动控制换刀和换工件的单个动作。每个动作应由起动指令启动, 例如 MDI (仅适用于 3 类和 4 类机床)。

6.19.4 在受限操作条件下手动干预的可选操作 (MS0 3)

6.19.4.1 在防护装置打开和/或保护装置暂停下, 允许手动或数控方式操作机床。MS0 3 操作应限制使用次数和缩短使用时间。

6.19.4.2 MS0 3 模式不应允许车削操作。

6.19.4.3 MS0 3 模式操作时应符合下列规定:

- a) 线性轴线进给运动:
 - 1) 行程至 1m, 移动速度不应超过 2m/min, 或
 - 2) 步进移动行程不应超过 10mm;
 - 3) 行程 1m~5 m, 移动速度不应超过 5 m/min;
 - 4) 行程超过 5m, 结合采取防护措施 (如双手控制装置或压敏垫) 移动速度不应超过 10m/min。
- b) 回转轴线运动:
 - 1) 圆周速度不应超过 15m/min, 或
 - 2) 转速不超过 50r/min;
 - 3) 砂轮主轴运行:
 - 磨具的线速度应限制在 $v \leq 50\text{m/s}$ (3 类机床、有磨具防护罩);
 - 磨具的线速度应限制在 $v \leq 16\text{m/s}$ (无砂轮防护罩)。
- c) 主轴制动, 发出停止指令后, 在无刀具下, 主轴应在 5r 内停止。

注: 5r 的次数仅指减速程序涉及的位移/角度。不包括操作者的响应时间, 例如, 不包括松开使能装置和控制装置。
- d) 非程序移动应采用下列方式:
 - 1) 主轴回转运动应采用起动控制装置和使能装置一起启动, 并由使能装置保持;
 - 2) 轴线运动应采用保持——运行控制, 或电子手轮, 或手动输入数据 (MDI), 并与使能装置一起循环起动。
- e) 程序执行应由循环起动控制装置结合使能装置启动, 并由使能装置保持。

6.19.5 机床服务操作 (MS0 S)

服务操作应符合下列规定:

- a) 使用说明书应提供相应的安全说明;

- b) 工件更换机构应低速运动，各步骤应连续进行；
- c) 应采取辅助安全措施，如，设置二级防护装置、配有警示标志的遮栏或屏障；
- d) 工作区防护装置打开时，应限制机床或机床部件自动功能，具体限制如下：
 - 1) 服务前，应设置链条和警告标志，表示机床正进行服务操作，未经授权的人员不允许越过链条；
 - 2) 服务操作下不允许进行加工；
 - 3) 行程至 1m，轴速不应超过 2m/min；行程超过 1m，轴速不应超过 5m/min；
 - 4) 仅在测量和校准时，允许主轴和轴线运动同时运动；
 - 5) 应采用保持——运行控制装置或起动装置启动换刀装置和/或刀库的运动；
 - 6) 冷却装置应停止喷射；
 - 7) 应采用危险区外的控制装置或移动式控制装置启动运动。
- e) 允许多轴插补运动。

评定方法：视检，功能试验，检查信息

6.20 测量、调整、清理和维护

机床的测量、调整、清理和维护应符合下列要求：

- a) 一般应在机床静止的状态下进行测量、调整、清理和维护工作。如在机床正常运转期间需要进入危险区，提示用户应采取安全防护措施；
- b) 提供必要的专用工具，以便安全调整、维护和使用机床。

评定方法：视检和/或检查信息

6.21 包装、储运

6.21.1 包装

机床的包装应符合下列要求：

- a) 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的有关规定；
- b) 机床的包装和包装箱应符合 JB/T 8356 的有关规定。

评定方法：视检和/或检查信息

6.21.2 储存

机床的储存应符合下列要求：

- a) 确保有足够的稳定性；
- b) 防止雨淋、潮湿、鼠害，并且通风良好；
- c) 长期存放时，应定期检查存放地方的情况和包装状态；
- d) 必要时，在说明书中说明机床储存的环境条件。

6.21.3 运输

机床的搬运和吊装应符合下列要求：

- a) 确保安全可靠，不应出现意外的移动、倾斜和转动；
- b) 对于重量大于 16kg 的机床零、部件，必要时，应设置吊装孔、起吊环或吊装工具；
- c) 当随机提供起吊装置或升降装置时，应在说明书中提供安全工作负荷等详细资料。在动力系统发生故障时，起吊装置和升降装置应能承受住重物；
- d) 手动搬运的机床零、部件应易于用手搬动，必要时，应配备搬运把手（或手柄）；

- e) 当机床零、部件因材料和形状造成危险时，应采取特别的搬运措施；
- f) 应提供机床的运输信息，至少包括起吊点、起重设备和起重质量。

评定方法：视检和/或检查信息

7 使用信息

7.1 一般要求

7.1.1 使用信息应通知和警告操作者有关遗留风险。

7.1.2 使用信息（如各种信号、文字和警告标志等）可由机床自身、随机文件及其他方式给出。

7.1.3 随机文件应符合 GB/T 5226.1-2019 中第 17 章、GB/T 9969、GB/T 15706-2012 中 6.4 的有关规定。

7.1.4 使用信息和随机文件应使用规范简体汉字。

7.1.5 使用信息和随机文件的编写应准确、通俗易懂。

7.1.6 在机床上至少应加贴下列清晰、耐久标志：

- a) 制造厂商的名称和地址；
- b) 机床名称及机床型号；
- c) 出厂日期和/或出厂编号；
- d) 各种认证标志（若有）；
- e) 旋转部件最高转速；
- f) 机床和/或可移除部件的质量（kg）；
- g) 最大工作载荷；
- h) 检查频次；
- i) 火灾和/或爆炸的危险如何灭火（若存在）；
- j) 未与机床永久固定在一起的防护装置，保护装置和其它部件，应在机床醒目位置提供可识别的数据和信息。

7.1.7 机床电气设备的标记应符合 GB/T 5226.1-2019 中 16.3~16.5 的有关规定。

7.2 安全说明

7.2.1 制造者应为每台机床提供安全说明。

7.2.2 安全说明可单独编写，也可作为使用、维护等说明书的部分内容。

7.2.3 安全说明中的警告内容应用较大的字号或不同的字体表示，或用特殊符号或颜色来强调。

7.2.4 安全说明至少应包括下列内容：

- a) 机床的预定用途、安全性能、安全注意事项和要求、责任，包括：
 - 1) 机床操作前；
 - 2) 机床操作中；
 - 3) 安装和储运；
 - 4) 装配和拆卸；

- 5) 调整;
- 6) 测量;
- 7) 清理;
- 8) 维护(润滑、维修)。
- b) 安全警告;
- c) 必要时, 给出:
 - 1) 禁用信息;
 - 2) 图解说明;
 - 3) 培训要求。

7.3 警告信息

7.3.1 警告信息(如标志、符号、形象图、文字警告等)应符合 GB/T 2893(所有部分)、GB/T 15706-2012 中 6.4、GB/T 5226.1-2019 中 10.3、16.2 和 GB 18209.2 的有关规定。

7.3.2 警告信息的编写应考虑以下几点:

- a) 内容和图解要简明扼要;
- b) 安全警告按下列等级说明伤害的严重程度, 必要时, 说明原因:
 - 1) “危险”表示对高度危险(死亡)要警惕;
 - 2) “警告”表示对中度危险(一般不能恢复的伤害)要警惕;
 - 3) “注意”表示对轻度危险要关注。
- c) 对于如何正确操作, 给予明确的指导;
- d) 对于如何避免危险, 给予明确的指导;
- e) 如同时对安全、健康说明时, 应优先对安全做说明;
- f) 避免频繁重复和错误警告削弱警告效力。

7.3.3 对于中度、高度危险的警告标志, 应可靠地固定在机床相应的显著位置上。

7.3.4 应在安全说明中指出安全警告标志的位置, 以引起操作者的注意。

评定方法: 视检和/或检查信息

8 责任

8.1 制造者

8.1.1 制造者应对所提供的机床及随机供应的辅助设备在设计和结构上已消除和/或控制的危险负责。

8.1.2 制造者应对所提供的机床及随机供应的辅助设备的安全负责。

8.1.3 制造者应对提供给使用者的使用信息和建议负责。

8.2 使用者

8.2.1 使用者应通过安全操作机床培训, 并熟悉和掌握安全操作机床的内容。

8.2.2 使用者应对自己增加的夹具、工装和辅助设备的安全和造成的危险负责, 应对自己变换或修改原机床、工装和辅助设备后的安全和造成的危险负责。

8.2.3 使用者应对未按说明书的规定操作、调整、维护、安装和储运机床造成的危险负责。

附录 A (资料性) 典型机床冲击能量的计算

A.1 车削机床

A.1.1 配置卡盘的车床

配置卡盘的车床，冲击能量的计算见式 (A.1)。

$$J_c = \frac{m \times v^2}{2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- J_c —— 冲击能量，单位为焦耳 (J)；
- m —— 标准卡爪质量，单位为千克 (kg)；
- v —— 冲击速度，单位为米每秒 (m/s)。

A.1.2 配置夹头的车床

配置夹头的车床，假设棒料截面 ($d/1 \leq 0.2$) 断裂以 $\alpha = 30^\circ$ 从机床夹头旋转轴线弹出产生的直接冲击，冲击能量的计算见式 (A.2)。

注：这个计算时面向应用仅仅用于引导。制造商在使用夹头卡盘时可规定出工件最大直径和长度。

$$J_c = \frac{\rho \times \pi^3 \times d^2 \times l^3 \times \left(\frac{n}{60}\right)^2}{24} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- J_c —— 冲击能量，单位为焦耳 (J)；
- ρ —— 密度，单位为千克每立方米 (kg/m^3)；
- d —— 最大棒料直径，单位为米 (m)；
- l —— 最大工件长度，单位为米 (m)；
- n —— 工件主轴最高转速，单位为转每分 (r/min)。

A.2 铣削机床

铣削机床，冲击能量的计算见式 (A.3) 和式 (A.4)。

$$J_c = \frac{m \times v^2}{2} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

- J_c —— 冲击能量，单位为焦耳 (J)；
- m —— 抛射物质量，单位为千克 (kg)；
- v —— 冲击速度，单位为米每秒 (m/s)。

$$V_c = B \times \pi \times n \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- V_c —— 圆周速度，单位为米每秒 (m/s)；

- B —— 机床主轴可夹紧的最大刀具直径, 单位为毫米 (mm) ;
 n —— 单位为转每分 (r/min) 。

A.3 磨削机床

A.3.1 在磨具破碎情况下碎片飞到磨具防护罩的冲击能量的计算只能采用近似的方法。其数值也取决于磨具破碎时的特征。

A.3.2 转动磨具的能量计算见式 (A.5)。

$$E = \frac{1}{4}m(1 + Q^2) \times V^2 \cdots \cdots \cdots (A.5)$$

式中:

- E —— 转动磨具的总能量, 单位为焦耳 (J) ;
 m —— 磨具质量, 单位为千克 (kg) ;
 Q —— 磨具孔径与外径之比;
 V —— 磨具的线速度, 单位为米每秒 (m/s) 。

A.3.3 包含了碎片的平动和转动能量。假设产生的碎片大小一样, 转动磨具能量计算见式 (A.6):

$$E = z \times (E_{trans} + E_{rot}) \cdots \cdots \cdots (A.6)$$

式中:

- E —— 转动磨具的总能量, 单位为焦耳 (J) ;
 E_{trans} —— 碎片的平动能量, 单位为焦耳 (J) ;
 E_{rot} —— 碎片的转动能量, 单位为焦耳 (J) ;
 z —— 磨具碎片数。

碎片的平动能量计算见式 (A.7) :

$$E_{trans} = \frac{2}{9 \times \pi} \times m \times \frac{(1-Q^3)^2}{(1-Q^2)^2} \times \frac{(\sin \alpha)^2}{\bar{\alpha}} \times v^2 \cdots \cdots \cdots (A.7)$$

式中:

- E_{trans} —— 碎片的平动能量, 单位为焦耳 (J) ;
 m —— 磨具质量, 单位为千克 (kg) ;
 Q —— 磨具孔径与外径之比;
 α —— 碎片的半角, 单位为度 (°) ;
 v —— 磨具的线速度, 单位为米每秒 (m/s) 。

对于碎片的半角 $\alpha = 67^\circ$, 平动能量达到它的最大值, 计算见式 (A.8) :

$$E_{trans(\alpha=67^\circ)} = 0.051 \times m \times \frac{(1-Q^3)^2}{(1-Q^2)^2} \times v^2 \cdots \cdots \cdots (A.8)$$

式中:

- E_{trans} —— 碎片的平动能量, 单位为焦耳 (J) ;
 m —— 磨具质量, 单位为千克 (kg) ;
 Q —— 磨具孔径与外径之比;

- α —— 碎片的半角，单位为度（°）；
 v —— 磨具的线速度，单位为米每秒（m/s）。

碎片的转动能量计算见式（A.9）：

$$E_{rot} = \frac{E}{z} - E_{trans} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

- E_{rot} —— 碎片的转动能量，单位为焦耳（J）；
 E —— 转动磨具的总能量，单位为焦耳（J）；
 E_{trans} —— 碎片的平动能量，单位为焦耳（J）；
 z —— 磨具碎片数。

参 考 文 献

- [1] ISO 16089: 2015 Machine tools — Safety — Stationary grinding machines
 - [2] ISO 16090-1 : 2017 Machine tools safety — Machining centres, Milling machines, Transfer machines — Part 1: Safety requirements
 - [3] ISO 16093: 2017 Machine tools — Safety — Sawing machines for cold metal
 - [4] ISO 23125: 2015 Machine tools — Safety — Turning machines
 - [5] 2006/42/EC Machinery Directive
-